

PUB-NO: DE019648260A1  
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19648260 A1  
TITLE: Process for connecting two parts

PUBN-DATE: May 28, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SEILSTORFER, HELMUT DIPL ING	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SEILSTORFER GMBH & CO METALLUR	DE

APPL-NO: DE19648260

APPL-DATE: November 21, 1996

PRIORITY-DATA: DE19648260A (November 21, 1996)

INT-CL (IPC): B22 F 007/08 , B22 F 005/02 , F02 F 003/28

EUR-CL (EPC): B23K020/02

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>The process for connecting two **parts** comprises (a) forming a 1st **part** having a 1st connecting surface; (b) forming a 2nd **part** with a 2nd connecting surface, (c) joining the two **parts** at the connecting surfaces; (d) sealing the region to be joined by an electron beam welding seam; (e) hot isostatically pressing both **parts** to form the connecting at the connecting surfaces; and (f) finish processing the connected **parts** with removal of the welding seam. Before forming the welding seam, a casing (2) of electron beam weldable material is applied by hot isostatic pressing on at least one of the two **parts**.



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 196 48 260 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
**B 22 F 7/08**  
B 22 F 5/02  
F 02 F 3/28

DE 196 48 260 A 1

⑯ Aktenzeichen: 196 48 260.7  
⑯ Anmeldetag: 21. 11. 96  
⑯ Offenlegungstag: 28. 5. 98

<p>⑯ Anmelder: Seilstorfer GmbH &amp; Co Metallurgische Verfahrenstechnik KG, 83527 Haag, DE</p> <p>⑯ Vertreter: Wilhelms, Kilian &amp; Partner, 81541 München</p>	<p>⑯ Erfinder: Seilstorfer, Helmut, Dipl.-Ing., 81679 München, DE</p> <p>⑯ Entgegenhaltungen: US 26 57 951 Roehrle, M.D.: "Large Size Pistons With Forced Oil Cooling - Application, Development, Experience", Konferenz-Einzelbericht International Symposium On Marine Engineering, ISME 87, Tokyo, 13.-15.11.1978; Ch. Nissel: "HIP Diffusion Bonding", powder metallurgy international, 16 (1984) 3, S.113-116; Ch. Bartsch: "Kolben für hohe Temperaturen", VDI nachrichten Nr.19 v. 13.Mai 1988;</p>
--	--

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zur Herstellung eines Kolbens, insbesondere für Verbrennungsmotoren

⑯ Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens in Verbundbauweise, mit folgenden Verfahrensschritten: Herstellen eines Kolbenbodenteils 1 aus einem für den Kolbenboden gewünschten Werkstoff, wobei das Kolbenbodenteil eine Stirnfläche aufweist, Herstellen eines Kolbenschaftsteils 3 aus einem für den Kolbenschaft gewünschten Werkstoff mit einer zur Stirnfläche des Kolbenbodenteils komplementären Fläche, Zusammenfügen von Kolbenbodenteil und Kolbenschaftteil an diesen Flächen, Elektronenstrahlverschweißen von Kolbenbodenteil und Kolbenschaftteil längs des Randes der zusammengefügten Flächen, heißisostatisches Pressen der elektronenstrahlverschweißten Teile zu einem Verbundteil, Fertigbearbeiten des heißisostatisch gepressten Verbundteils zu einem Verbundkolben.

DE 196 48 260 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens, insbesondere für Verbrennungsmotoren, in Verbundbauweise.

Bei Motoren, insbesondere im Automobilbau, bedingen höhere Verdichtungen und auch die Verwendung von bleifreiem Benzin höhere Temperaturen am Kolbenboden.

Dem Werkstoff des Kolbens am Kolbenboden ist daher besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Um ferner die Temperatur am Kolbenboden in Grenzen zu halten, ist eine gute Ableitung der Verbrennungswärme über den Kolben erforderlich. Hierzu ist wichtig, daß bei einem Kolben, der in Verbundbauweise aus Kolbenboden und Kolbenschaft aufgebaut ist, kein erhöhter Wärmeübergangswiderstand zwischen Kolbenboden und Kolbenschaft auftritt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens in Verbundbauweise anzugeben, bei welchem in weitgehender Unabhängigkeit von der Werkstoffpaarung Kolbenschaft/Kolbenboden ein besonders guter Verbund zwischen diesen beiden Teilen erreicht wird.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung beschrieben.

Auf diesen ist bzw. sind

Fig. 1 bis 3 Darstellungen zur Veranschaulichung von Verfahrensschritten einer ersten Ausführungsform des erfahrungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 4 bis 6 Darstellungen zur Veranschaulichung von Verfahrensschritten einer zweiten Ausführungsform des erfahrungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 7 bis 9 Darstellungen zur Veranschaulichung von Verfahrensschritten einer dritten Ausführungsform des erfahrungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 10 bis 12 Darstellungen im wesentlichen entsprechend Fig. 1 mit unterschiedlich ausgebildeten Kühlkanälen im Kolbenschaftsteil,

Fig. 13 eine der Fig. 2 im wesentlichen entsprechende Darstellung mit einem Kolbenschaftsteil entsprechend Fig. 10,

Fig. 14 eine Darstellung des Teils aus Fig. 13 nach dem Abdrehen der Aluminiumkapselreste und nach Ausbildung von Nuten für die Kolbenringe,

Fig. 15 ein Kolbenschaftsteil gemäß Fig. 10 in der Draufsicht, die die Kühlmittelein- und Auslässe in den Kühlkanal erkennen läßt.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nun anhand der beigefügten Zeichnungen im einzelnen beschrieben.

Zunächst werden ein Rohling des Kolbenbodens und ein Rohling des Kolbenschafts, die entsprechend dem fertigen Kolben am besten zylindrische Form haben, mit Stirnflächen hergestellt, an denen die beiden Teile aufeinandergelegt werden können.

Als Werkstoffe kommen alle Werkstoffe, die für Kolbenschaft und Kolbenboden Verwendung finden können, in Frage.

Von besonderer Bedeutung ist für den Kolbenschaft eine Aluminiumgußlegierung oder insbesondere ein Reinaluminiumguß. Es kann sich aber auch um ein Schmiedeteil oder um ein pulvermetallurgisch hergestelltes Teil handeln. Das Kolbenboden Teil kann ebenfalls eine Leichtmetallgußlegierung, mit höherer Warmfestigkeit als der Kolbenschaft, sein. Besonders bevorzugt wird jedoch ein Werkstoff, der durch

heißisostatisches Pressen eines Pulvergemisches aus Aluminiumpulver und bis zu 50 Gew.-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Pulver gewonnen ist. Statt des Aluminiumpulvers kann auch ein Pulvergemisch aus Aluminium und einem oder mehreren der Aluminiumlegierungselemente Si, Mg, Cr, Cu, Ni, Ti, C vorgesehen sein. Statt oder neben dem  $\text{Al}_2\text{O}_3$  können auch eins oder mehrere der weiteren Dispersoide  $\text{TiC}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiC}$  vorgesehen sein.

Bei der Herstellung des Kolbenbodenwerkstoffs durch heißisostatisches Pressen wird das kalt vorgepreßte Pulvergemisch in eine Kapsel vorzugsweise aus Reinaluminium gefüllt, die dann evakuiert und verschlossen wird, wobei die so verschlossene Kapsel mit dem darin enthaltenen Vorpresseling in einen Autoklaven verbracht wird, wo unter den üblichen Parametern die heißisostatische Verdichtung erfolgt. Der Druck liegt also zwischen 700 und 1000 bar, die Temperatur zwischen 400 und 600°C, und die Haltezeit beträgt typischerweise 4 bis 6 Stunden. Der sich auf diese Weise ergebende Körper hat theoretische Dichte. Beim Zerschneiden dieses Verbunds in Scheiben entstehen in Fig. 1 und weiteren Figuren gezeigte Kolbenbodenscheiben 1, die am Rand von einem Ring 2 aus dem Material der Kapsel, insbesondere also Reinaluminium, umgeben sind.

Ein Kolbenschaftvorformling 3 ist beispielsweise ein Gußteil aus Reinaluminium oder einer Aluminiumlegierung.

Die beiden Teile werden an komplementär ausgebildeten Stirnflächen zusammengefügt und längs des Umfangsrandes zur Abdichtung mit einer Schweißnaht 4 elektronenstrahlverschweißt. Die Elektronenstrahlverschweißung erfolgt unter Vakuum, so daß sich innerhalb der ringförmigen Schweißnaht zwischen Kolbenboden- und Kolbenschaftteil keine Luftsäcken ausbilden können.

Das so gebildete Verbundteil wird in einen Autoklaven verbracht und dort etwa bei den gleichen Parametern heißisostatisch gepreßt, wie sie auch beim oben erwähnten heißisostatischen Pressen des Kolbenboden Teils angewandt wurden.

Bei diesem Vorgang ergibt sich durch Diffusionsschweißen eine vollflächige Verbindung zwischen Kolbenboden und Kolbenschaftteil, die hervorragende Wärmeübergangseigenschaften hat, so daß es am Übergang zwischen Kolbenboden und Kolbenschaft zu keinem den Temperaturverhältnissen am Kolbenboden unzuträglichen Wärmestau kommt.

Zum heißisostatischen Pressen des verschweißten Verbundteils muß dieses nicht nochmals gekapselt werden, es kann vielmehr, so wie es ist, mit anderen gleichartigen Verbundteilen als Schüttgut im Autoklaven behandelt werden.

Nach dem heißisostatischen Pressen erfolgt eine Fertigbearbeitung des Verbundteils, bei dem dieses so weit abgedreht wird, daß die den Kolbenboden umgebenden Kapselreste entfallen. Gleichzeitig werden Nuten 5 (siehe z. B. Fig. 3) für die Kolbenringe ausgebildet.

Die Fig. 4 bis 6 veranschaulichen ein Verfahren, das sich von dem anhand der Fig. 1 bis 3 veranschaulichten dadurch unterscheidet, daß zwei Kolbenbodenscheiben 1a und 1b zur Anwendung gelangen und vor dem heißisostatischen Pressen mit dem Kolbenschaft verschweißt werden. Diese beiden Kolbenbodenscheiben können auf die gleiche Weise wie die Kolbenbodenscheibe der ersten Ausführungsform hergestellt sein, unterscheiden sich aber in ihrer Zusammensetzung, so daß sich auf diese Weise eine Gradientenstruktur zwischen Kolbenbodenoberfläche und Kolbenschaft herstellen läßt.

Im übrigen sind die Verfahrensschritte die gleichen wie bei der ersten Ausführungsform.

Die Fig. 7 bis 9 veranschaulichen eine Ausführungsform, bei welcher auf das Kolbenschaftsteil 3, das an der Stirnflä-

che zurückgesetzt ausgebildet ist, ein an die Zurücksetzung angepaßtes Ringteil 6, vorzugsweise aus einem gleichen oder ähnlichen Werkstoff wie der Kolbenboden 1 und ebenfalls von einem Kapselrest 2 umgeben, aufgesetzt wird. Dies dient dazu, den Bereich des Kolbenschafts, in dem später die Kolbenringnuten 5 ausgebildet werden, mit einem besonderen Werkstoff zu versehen, der im Bereich der Kolbenringnuten verschleißmindernd wirken soll. Der oben als besonders bevorzugt für den Kolbenboden herausgestellte Werkstoff ist wegen seines hohen Dispersoidgehalts auch hier besonders geeignet.

Das Ringteil 6 wird mit dem Rest des Kolbenschaftteils 3 und dem Kolbenboden 1 an den aneinander grenzenden Rändern in abdichtender Weise elektronenstrahlverschweißt, wonach die Kapselreste 2 abgedreht werden und der Kolben mit im Ringteil 6 ausgebildeten Kolbenringnuten 5 hergestellt wird.

Die Fig. 10 bis 14 zeigen Ausführungsformen des Kolbenschaftes 3 mit einem Kühlkanal 7 in der an das Kolbenboden 1 anschließenden Oberfläche. Die Fig. 10 bis 12 zeigen jeweils den Zustand vor dem Elektronenstrahlverschweißen von Kolbenboden 1 und Kolbenschaft 3. Fig. 14 zeigt den Verbund der Fig. 13 nach Fertigbearbeitung und mit ausgebildeten Nuten 5 für Kolbenringe. Bei Ausbildung des Kolbenschafts 3 als Gußteil fällt der Kühlkanal 7, als oberflächlich ausgebildete Struktur, die erst durch das Kolbenboden 1 abgeschlossen wird, von selbst an. Gegebenenfalls ist beim heißostatischen Pressen des Verbunds der Druck zu reduzieren, um ein Eindrücken der Kühlkanäle zu verhindern.

Fig. 15 zeigt, wie Kühlmittelein- und -auslässe 8 in den Kühlkanal münden.

#### Patentansprüche

5

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Kolbenboden 1a mindestens ein weiteres Kolbenboden 1b vorgesehen wird, wobei das Kolbenboden 1a und das mindestens eine weitere Kolbenboden 1b komplementäre Anschlußflächen aufweisen und das mindestens eine weitere Kolbenboden 1b mit dem Kolbenboden 1a, an welches es anschließt, vor dem Schritt des heißostatischen Pressen in der gleichen Weise elektronenstrahlverschweißt wird wie das Kolbenboden 1a mit dem Kolbenschaftteil 3.

15

6. Verfahren nach irgendeinem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kolbenschaftteil 3 mit einer peripheren Zurücksetzung im Bereich der komplementären Fläche und einem in dieser Zurücksetzung angeordneten Ringteil 6 ausgebildet wird, wobei das Ringteil 6 aus einem anderen Werkstoff als das restliche Kolbenschaftteil und einem gegebenenfalls gleichen oder ähnlichen Werkstoff wie das oder die Kolbenboden 1, 1a, 1b und gegebenenfalls ebenfalls mit einem umgebenden Kapselrest 2 hergestellt wird, und daß vor dem Schritt des heißostatischen Pressens das Ringteil 6 mit dem übrigen Kolbenschaftteil in der gleichen Weise elektronenstrahlverschweißt wird wie das Kolbenboden 1a mit dem Kolbenschaftteil.

25

7. Verfahren nach irgendeinem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Zusammenfügen von Kolbenschaftteil 3 und dem oder den Kolbenboden 1, 1a, 1b in der komplementären Fläche des Kolbenschaftteils ein Kühlkanal 7 ausgebildet wird.

30

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

35

1. Verfahren zur Herstellung eines Kolbens in Verbindungshandweise, mit folgenden Verfahrensschritten:  
Herstellen eines Kolbenboden 1 aus einem für den Kolbenboden gewünschten Werkstoff, wobei das Kolbenboden eine Stirnfläche aufweist,  
Herstellen eines Kolbenschaftteils 3 aus einem für den Kolbenschaft gewünschten Werkstoff mit einer zur Stirnfläche des Kolbenboden 1 komplementären Fläche,  
Zusammenfügen von Kolbenboden 1 und Kolbenschaftteil 3 an diesen Flächen,  
Elektronenstrahlverschweißen von Kolbenboden 1 und Kolbenschaftteil längs des Randes der zusammengefügten Flächen,  
heißostatisches Pressen der elektronenstrahlverschweißten Teile zu einem Verbundteil,  
Fertigbearbeiten des heißostatisch gepreßten Verbundteils zu einem Verbundkolben.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff für den Kolbenboden ein Werkstoff verwendet wird, der von einem Pulvergemisch ausgeht und durch heißostatisches Pressen gewonnen ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff ein hochwarmfester Werkstoff auf der Basis von Aluminium- und  $Al_2O_3$ -Pulver ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Kolbenboden 1 als eine von einem Kapselrest 2 aus Reinaluminium umgebende Scheibe hergestellt wird, wobei die Elektronenstrahlverschweißung an dem Reinaluminium durchgeführt wird.

**- Leerseite -**

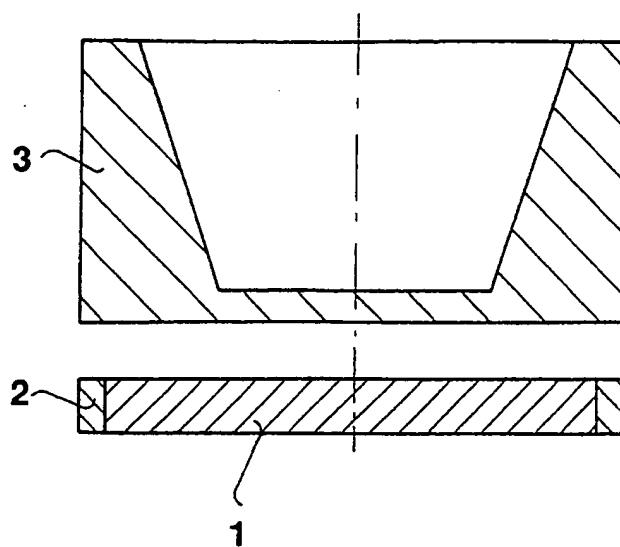
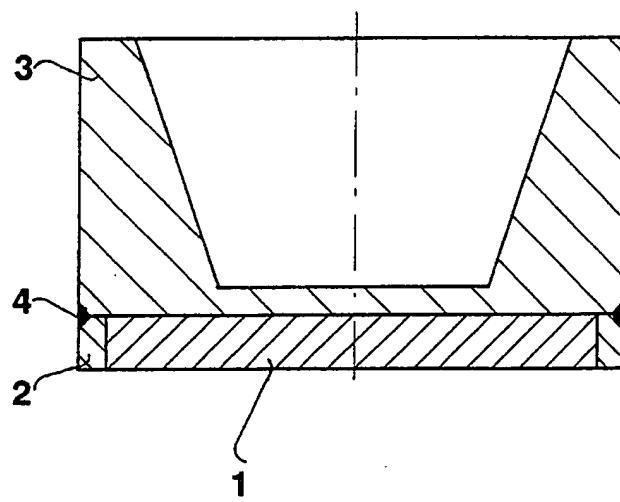
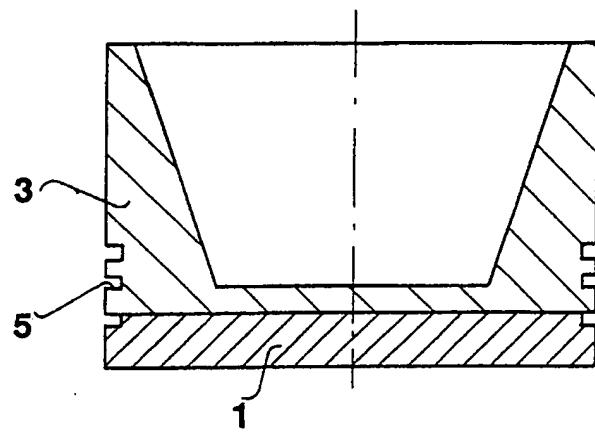
**Fig. 1****Fig. 2****Fig. 3**

Fig. 4

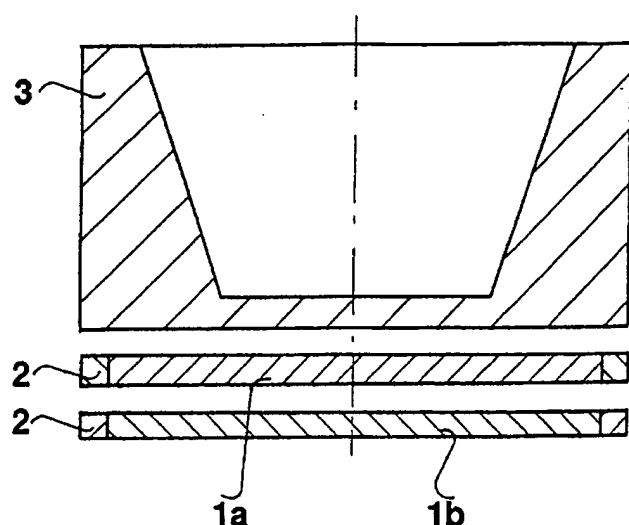


Fig. 5

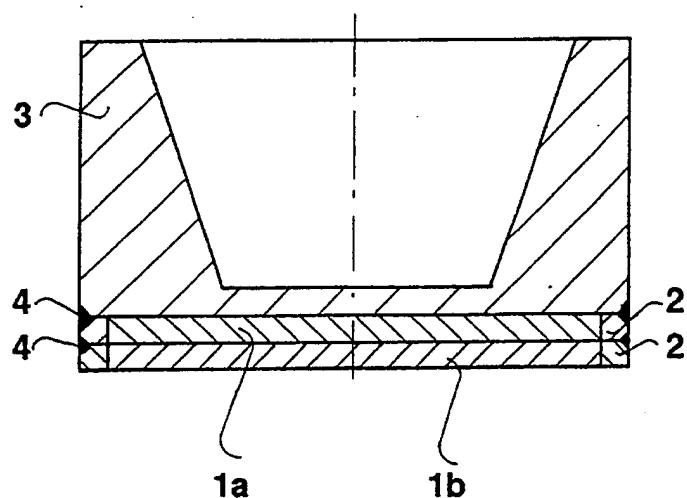
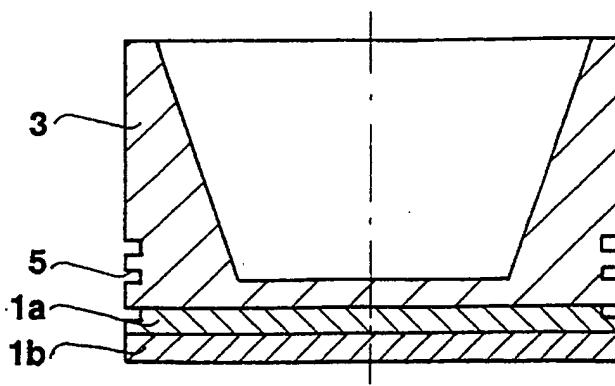
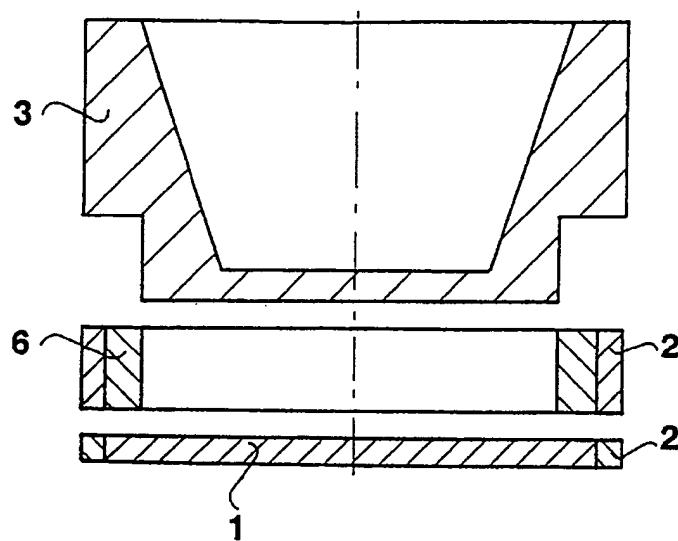
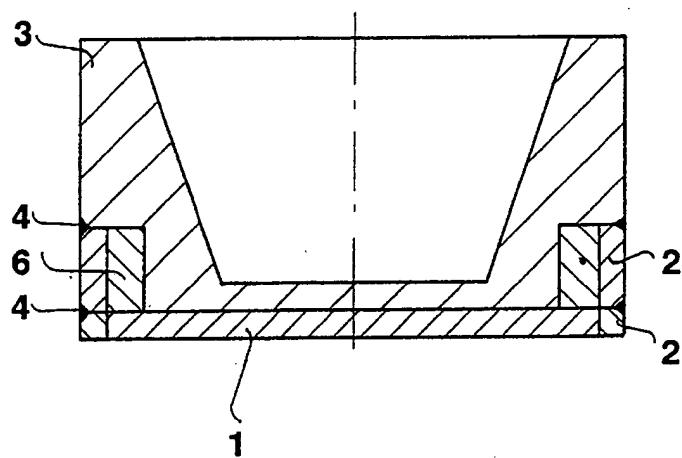
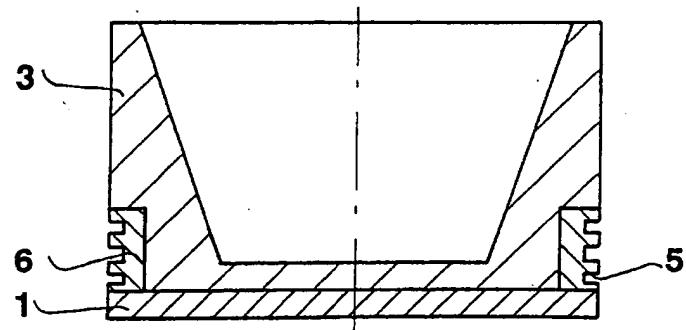


Fig. 6



**Fig. 7****Fig. 8****Fig. 9**

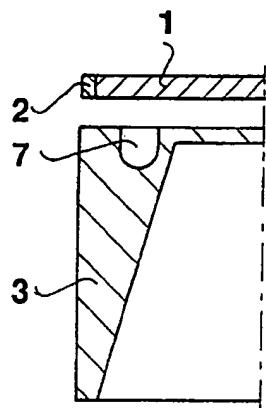


Fig. 10

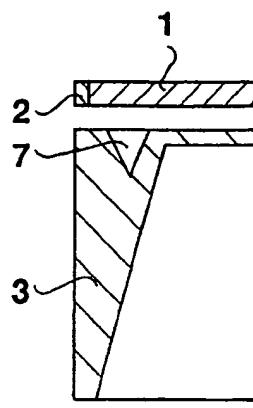


Fig. 11

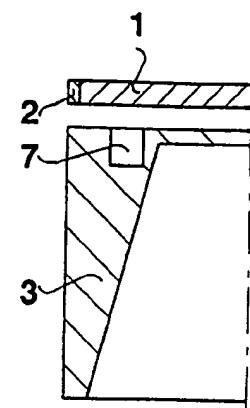


Fig. 12

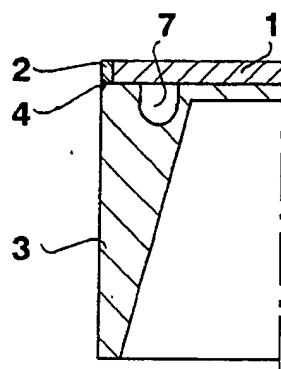


Fig. 13

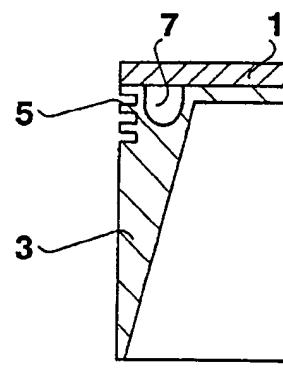


Fig. 14

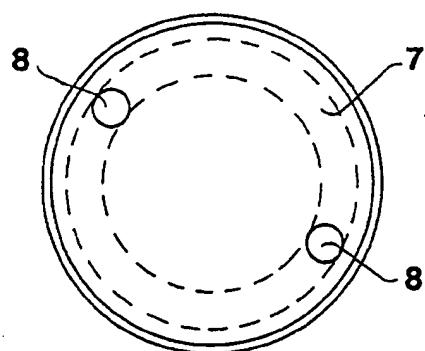


Fig. 15